УДК: 004:62-5:330.34:502/504:620.9:331.5:007 https://doi.org/10.15407/jai2024.01.074

С. В. Ковалевський[1], О. С. Ковалевська[2], Ю. М. Володченко[3]
[1,2]Донбаська державна машинобудівна академія, Україна
вул. Академічна, 72, м. Краматорськ, Донецької обл., 84313
[3]IT-компанія QuartSoft, Україна
б-р Машинобудівників, 38, м. Краматорськ, Донецька обл., 84313
[1]kovalevskii61@gmail.com
[2]olenakovalevskaya@gmail.com
[3]volodchenkoyuliya@gmail.com
[1]https://orcid.org/0000-0002-4708-4091
[2]https://orcid.org/0000-0001-5884-0430
[3]https://orcid.org/0009-0004-9110-838X

ІНТЕГРАЦІЯ БІОНІКИ, ЦИФРОВИХ ІННОВАЦІЙ ТА ДЕМОКРАТИЧНИХ ПРИНЦИПІВ УПРАВЛІННЯ ДЛЯ ТРАНСФОРМАЦІЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Анотація. У цій статті досліджується інноваційний та міждисциплінарний підхід до інтеграції біонічних принципів, цифрових технологій та демократичного управління у трансформацію промислового виробництва в Україні. Акцент робиться на адаптацію промислового виробництва до сучасних вимог сталості, ефективності та екологічної безпеки в контексті української економіки. Біонічний підхід включає інтеграцію природних принципів та механізмів у технологічні процеси, пропонуючи унікальну перспективу для підвищення ефективності виробництва та екологічної сталості. Основними цілями цього дослідження є вивчення того, як біонічний підхід, поєднаний з цифровими технологіями та участю громадськості в прийнятті рішень, може трансформувати промислове виробництво в Україні, роблячи його більш сталим, ефективним і екологічно чистим. Це включає аналіз біонічного підходу та його потенціалу для підвищення ефективності виробництва, роль цифрових технологій у оптимізації виробничих процесів та вплив демократичного управління на створення справедливої та прозорої економічної системи в промисловому контексті.

У статті надаються стратегічні напрямки та рекомендації, які можуть допомогти Україні адаптуватися до глобальних тенденцій і використовувати їх для сталого промислового розвитку та покращення якості життя. Значення біонічного підходу в створенні сталої та ефективної промисловості є незаперечним. Впровадження цього підходу не тільки знижує екологічний вплив виробництва, але й стимулює інноваційний розвиток, відкриваючи нові можливості для створення технологій, що є екологічно безпечними та економічно ефективними. Стаття також підкреслює важливість участі громадськості у прийнятті економічних рішень у промисловому секторі. Це демократичне управління в економіці, ключова тема статті, акцентує на важливості залучення громадянського суспільства до процесів прийняття рішень в економіці, особливо в контексті промислової реформи.

Ключові слова: біонічний підхід, цифрові технології, демократичне управління, промислове виробництво, сталість, екологічна безпека, інноваційний розвиток, автоматизація та роботизація.

S. Kovalevskyy[1], O. Kovalevska[2], Yu. Volodchenko[3]
[1,2]Donbass State Engineering Academy, Ukraine
Academic Street, 72, Kramatorsk, 84313
[3]IT-Company QuartSoft, Ukraine
Mashynobudivnykiv Blvd., 38, Kramatorsk, 84313
[1]kovalevskii61@gmail.com
[2]olenakovalevskaya@gmail.com
[3]volodchenkoyuliya@gmail.com
[1]https://orcid.org/0000-0002-4708-4091
[2]https://orcid.org/0000-0001-5884-0430
[3]https://orcid.org/0009-0004-9110-838X

INTEGRATION OF BIONICS, DIGITAL INNOVATIONS, AND DEMOCRATIC MANAGEMENT PRINCIPLES FOR INDUSTRIAL TRANSFORMATION

Abstract. This article explores an innovative and interdisciplinary approach to the integration of bionic principles, digital technologies and democratic governance in the transformation of industrial production in Ukraine. Emphasis is placed on the adaptation of industrial production to modern requirements of sustainability, efficiency and environmental

safety in the context of the Ukrainian economy. The bionic approach involves the integration of natural principles and mechanisms into technological processes, offering a unique perspective for increasing production efficiency and environmental sustainability. The main objectives of this study are to study how a bionic approach, combined with digital technologies and public participation in decision-making, can transform industrial production in Ukraine, making it more sustainable, efficient and environmentally friendly. This includes an analysis of the bionic approach and its potential to improve production efficiency, the role of digital technologies in optimizing production processes, and the impact of democratic governance on creating a fair and transparent economic system in an industrial context.

The article provides strategic directions and recommendations that can help Ukraine adapt to global trends and use them for sustainable industrial development and improving the quality of life. The importance of the bionic approach in creating a sustainable and efficient industry is undeniable. The implementation of this approach not only reduces the environmental impact of production, but also stimulates innovative development, opening up new opportunities for the creation of technologies that are environmentally safe and cost-effective. The article also emphasizes the importance of public participation in economic decision-making in the industrial sector. This democratic governance in the economy, the key theme of the article, emphasizes the importance of involving civil society in decision-making processes in the economy, especially in the context of industrial reform.

Keywords: bionic approach, digital technologies, democratic governance, industrial production, sustainability, ecological safety, innovative development, automation and robotics.

Вступ

У сучасному світі промислове виробництво стикається з великими викликами, такими як потреба в екологічній стійкості, інноваціях та залученні громадськості до процесу прийняття рішень [1,2]. Ці виклики набувають особливої актуальності в Україні, країні, що розвивається, у зв'язку з євроінтеграцією, стрімким технологічним прогресом та змінами у соціально-економічному середовищі [3]. Особливий інтерес у цьому контексті представляє біонічний підхід, який включає інтеграцію природних принципів та механізмів у технологічні процеси [4].

Актуальність статті полягає у необхідності адаптації промислового виробництва до сучасних вимог сталості, ефективності та екологічної безпеки у зв'язку з євроінтеграцією.

Метою статті є дослідження того, як біонічний підхід, у поєднанні з цифровими технологіями та демократичним управлінням, може трансформувати промислове виробництво в Україні, зробити його більш сталим, ефективним та безпечним для довкілля.

Задачі, які поставлені в цій роботі та вирішені за її змістом, включають:

1. Аналіз біонічного підходу та його потенціалу для підвищення ефективності виробництва.
2. Дослідження ролі цифрових технологій у оптимізації виробничих процесів.
3. Якісна оцінка впливу демократичного управління на формування справедливої та прозорої економічної системи в контексті промисловості.
4. Розгляд потенційних сценаріїв майбутнього для промисловості України в епоху цифровізації, глобальних екологічних змін та контексту євроінтеграційних процесів.

Ця стаття надає стратегічні напрямки, рекомендації, які можуть допомогти Україні адаптуватися до глобальних тенденцій і використати їх для сталого розвитку промисловості та підвищення якості життя населення.

Основна частина

Біонічний підхід охоплює інтеграцію принципів, механізмів та стратегій з природи у сучасні технологічні та виробничі процеси [5,6]. Біоніка використовує ідеї, що еволюціонували протягом мільйонів років у природі, адаптуючи їх для рішення сучасних технічних завдань. Основними компонентами біонічного підходу є біоміметика, яка імітує природні біологічні процеси для створення нових технологій; використання ефективності ресурсів, характерної для природних систем; розробка адаптивних систем, які можуть швидко реагувати на зміни; створення систем, здатних до відновлення і підтримки екологічного балансу.

Біонічний підхід відкриває широкі перспективи у різних галузях, від розробки нових матеріалів, що імітують властивості природних матеріалів, до створення енергоефективних систем, заснованих на природних теплових потоках. Це також включає оптимізацію виробничих процесів через впровадження принципів самоорганізації та адаптивності, які спостерігаються в природі, та розробку біоінспірованої робототехніки.

У рамках біонічного підходу особлива увага приділяється розробці систем, які максимально використовують доступні ресурси, мінімізуючи при цьому відходи та забруднення. Біонічні принципи можуть бути використані для створення більш гнучких та адаптивних виробничих процесів, які здатні швидко реагувати на зміни умов ринку чи виробничого середовища: розглядається прийняття людиноорієнтованого прийняття рішень у сітчастій співпраці з інтелектуальними системами; оглядаються наслідки та готовність до переходу до більш чутливих, інтелектуальних адаптивних систем, приклади дослідницького та промислового використання; сформульовано бачення нової майбутньої парадигми адаптивної когнітивної виробничої системи (ACMS) та її характеристик, рушійних факторів і факторів, що підкреслюють цифрові та когнітивні трансформації; пропонуються перспективи та ідеї для майбутніх досліджень, освіти та роботи з реалізації еволюції виробничих систем [7].

Ці виклики вимагають нових підходів до досліджень та розробок, залучаючи фахівців із різних областей, таких як інженерія, біологія, хімія та інші науки, що спільно працюють над створенням інноваційних рішень. Завдяки цьому мультидисциплінарному підходу можливе створення нових матеріалів і технологій, які б не лише відтворювали функції природних систем, але й були б екологічно безпечними та економічно вигідними [8].

Значення біонічного підходу для створення сталої та ефективної промисловості є незаперечним. Впровадження цього підходу дозволяє не тільки знизити екологічний вплив виробництва, але й стимулювати інноваційний розвиток, відкриваючи нові можливості для створення технологій, які були б безпечними для довкілля та економічно ефективними. Однак, для досягнення цих цілей необхідно подолати виклики, пов'язані з міждисциплінарними дослідженнями, моделюванням та симуляцією, що вимагає інтеграції зусиль фахівців з різних наукових галузей.

Цифрові технології в контексті біонічного підходу до реформування промислового виробництва і демократичного управління мають ключове значення для модернізації та оптимізації промислового сектора України. Вони забезпечують прозорий інструментарій для ефективного впровадження інноваційних ідей, взятих з природи, та створення більш гнучких та стійких виробничих систем. Одним з основних напрямків є автоматизація та робототехніка, які значно підвищують продуктивність та оптимізують використання ресурсів, мінімізуючи при цьому людські помилки. Це важливо для точного впровадження біонічних принципів, що вимагають високого рівня контролю та точності [9,10].

Штучний інтелект та машинне навчання відіграють ключову роль у аналізі великих обсягів даних для визначення оптимальних виробничих процесів та прогнозування попиту [11]. Ці технології також можуть бути застосовані для моделювання біонічних процесів та їхньої адаптації до промислових потреб. Інтернет речей (IoT) сприяє створенню мережі взаємопов'язаних пристроїв, які забезпечують неперервний моніторинг та оптимізацію процесів в реальному часі.

Цифрова інтеграція з демократичним управлінням відкриває нові можливості для залучення громадян до процесу прийняття рішень у промисловому секторі. Це включає в себе різні платформи для громадських обговорень, електронні голосування та збір відгуків від споживачів, що сприяє більшій прозорості та відкритості виробництва [12,13].

Безпека та прозорість на виробництві є ще однією важливою перевагою цифровізації, оскільки це дозволяє більш ефективно моніторити умови праці та виробничі процеси [14]. Крім того, ефективне використання ресурсів, що є одним з ключових біонічних принципів, може бути досягнуто через точне відстеження та аналіз використання ресурсів, сприяючи екологічній стійкості.

Використання віртуальної та доповненої реальності (VR та AR) для тренувань, планування та моделювання виробничих процесів відіграє важливу роль у попередньому тестуванні та впровадженні біонічних систем [15]. Ці технології дозволяють віртуально моделювати та тестувати біонічні системи перед їх фізичним впровадженням, знижуючи ризики та витрати, пов'язані з реальними експериментами та імплементацією.

Блокчейн та смарт-контракти, з іншого боку, вносять важливий вклад у забезпечення безпеки, прозорості та автоматизації в угодах та логістичних процесах у промисловості [16]. Ці технології сприяють прозорості виробничих ланцюгів та звітності, що є особливо важливим для підтримання відповідності етичним та екологічним стандартам.

Переваги цифрових технологій у контексті біонічного підходу охоплюють інноваційність, гнучкість, оптимізацію процесів та активну взаємодію з громадськістю. Цифровізація стимулює швидке та ефективне впровадження біонічних ідей у промислове виробництво, забезпечуючи адаптивність до змінних умов ринку та відкриваючи нові можливості для вдосконалення виробничих процесів. Це включає в себе використання аналітики даних для поліпшення виробничих процесів, зменшення відходів та підвищення продуктивності.

Таким чином, цифрові технології у поєднанні з біонічним підходом пропонують революційні можливості для промисловості, від інноваційних матеріалів та енергетичних систем до оптимізованих, гнучких та відповідальних виробничих процесів. Використання цих технологій сприяє не тільки технічному прогресу та ефективності, але й забезпечує сталий розвиток та гармонійне співіснування промисловості з навколишнім середовищем.

Демократичне управління в економіці акцентує на важливості залучення громадянського суспільства до участі у прийнятті економічних рішень. Це означає активну участь громадян, їхніх об'єднань та інших зацікавлених сторін у формуванні та реалізації економічної політики, особливо в контексті промислового сектора [17,18].

Основні аспекти демократичного управління включають участь громадськості в економічному процесі через громадські обговорення, консультації та петиції, що забезпечують можливість впливу на важливі економічні рішення. Прозорість та відкритість інформації про стан промисловості та інвестиційні проєкти дозволяють громадянам бути інформованими та активними учасниками. Децентралізація влади, яка передбачає передачу повноважень від центрального уряду до місцевих органів та громадських організацій, веде до більш ефективного та відповідального управління. Економічна демократія включає залучення робітників та місцевих спільнот до управління підприємствами та розподілу прибутків.

Інтеграція демократичного управління з біонічним підходом та цифровими технологіями відкриває шлях для створення інноваційних платформ, які дозволяють громадянам брати участь у розробці нових рішень, особливо у сфері біоніки. Цифрові технології можуть використовуватися для збору та аналізу даних про вподобання споживачів та ринкові тенденції, що дозволяє приймати рішення, відповідні до потреб та бажань громадян. Електронне голосування та зворотний зв'язок забезпечують участь громадян у економічному плануванні та управлінні. Також соціальні мережі та платформи краудфандингу відіграють важливу роль у залученні громадськості до дискусій щодо економічних стратегій та

фінансування інноваційних проєктів у промисловості.

Втім, існують певні виклики та можливості, пов'язані з реалізацією демократичного управління в економіці. Одним з ключових викликів є залучення громадян та організація ефективного діалогу між урядом, промисловими підприємствами та громадськістю. Це передбачає, що голоси громадян обов’язково повинні бути почуті та враховані при прийнятті рішень. Також важливим є питання освіти та підвищення обізнаності громадян про економічні процеси, щоб вони могли активно та ефективно брати участь у прийнятті рішень.

Ключовою можливістю демократичного управління в економіці є забезпечення балансу між інтересами різних груп населення, включаючи потреби малого та середнього бізнесу, працівників, споживачів та інвесторів [19]. Це сприяє справедливому розподілу прибутків та більшій соціальній відповідальності у процесі управління економікою.

Таким чином, інтеграція демократичного управління з бionічним підходом та цифровими технологіями є ключем до створення інноваційних та соціально-відповідальних економічних моделей у промисловому секторі. Вона відкриває широкі можливості для активної участі громадян у формуванні та реалізації економічної політики, сприяючи розвитку сталої, ефективної та інноваційної промисловості, яка відповідає потребам та бажанням усіх громадян, а також євроінтеграційному курсу країни.

Case study України в контексті біонічного підходу до реформування промислового виробництва демонструють застосування цих концепцій в українській промисловості. Аналіз включає огляд пілотних проєктів, де біонічні принципи та цифрові технології були впроваджені для підвищення ефективності та мінімізації екологічного впливу, а також оцінку їх економічного та соціального впливу, включаючи продуктивність, створення робочих місць та соціальну відповідальність [20].

У рамках цього case study розглядаються також політичні та регуляторні аспекти, включаючи роль уряду в підтримці та стимулюванні інновацій та аналіз регуляторних рамок, які можуть сприяти чи перешкоджати інноваційним підходам у промисловості. Технологічний розвиток також є важливою частиною case study оскільки вивчаються конкретні технологічні рішення, розроблені або адаптовані в Україні, та їх вплив на промислове виробництво.

Ключові висновки та рекомендації цього кейс-стаді включають оцінку ефективності застосування біонічного підходу та цифрових технологій в українській промисловості, аналіз можливостей та викликів для їх розширення на інші галузі економіки, а також пропозиції щодо залучення громадськості та підвищення ролі демократичного управління в економічних реформах. Методологія дослідження базується на використанні статистичних даних, аналітичних звітів, інтерв'ю та соціологічних опитувань для отримання різнопланової картини впливу реформ.

Цей кейс-стаді має велике значення для України, яка прагне до економічних трансформацій та модернізації своєї промисловості. Адаптація до новітніх глобальних тенденцій, таких як цифровізація та сталі виробничі практики, є критично важливою для підвищення конкурентоспроможності України на міжнародному рівні. Вивчення та аналіз конкретних прикладів інноваційного застосування біонічних принципів та цифрових технологій у виробництві дають цінну інформацію для розробки ефективних стратегій та політик, спрямованих на економічне зростання та сталий розвиток.

Кейс-стаді також підкреслює важливість залучення громадськості та розвитку економічної демократії, оскільки це сприяє не тільки інноваційному розвитку, але й врахуванню соціальних та екологічних потреб. Такий підхід дозволяє розробляти більш відповідальні та

ефективні моделі управління, які відображають реальні потреби та очікування громадянського суспільства.

Завдяки цьому кейс-стаді Україна має унікальну можливість оцінити реальний вплив інноваційних підходів на економіку та суспільство, що є ключовим для розробки довгострокових стратегій економічного розвитку. Результати дослідження можуть слугувати основою для подальшого розвитку інноваційних проєктів та програм, які спрямовані на модернізацію української промисловості і створення стійкого та конкурентоспроможного економічного середовища.

Моделювання та симуляція в контексті біонічного підходу та інтеграції цифрових технологій та демократичне управління в українській економіці відіграють важливу роль у плануванні та оптимізації виробничих процесів. Ці інструменти дозволяють віртуально відтворити та аналізувати різні аспекти виробництва, включаючи інтеграцію біонічних принципів та цифрових технологій, що є важливим перед фізичним впровадженням нововведень на виробництві.

Основні аспекти моделювання та симуляції включають прототипування біонічних рішень, які дозволяють розробляти та тестувати інновації перед їх реалізацією у виробничому середовищі. Симуляції також використовуються для оптимізації виробничих процесів, забезпечуючи визначення оптимальних умов роботи, ефективного використання ресурсів та енергоефективності. Аналіз ризиків через симуляції допомагає визначити потенційні проблеми та ризики, пов'язані з новими технологіями, тим самим знижуючи фінансові витрати та ризики для безпеки. Крім того, моделювання та симуляція сприяють залученню громадян, демонструючи потенційні переваги від інтеграції цифрових технологій та демократичного управління у виробництво.

В контексті України, моделювання та симуляція можуть використовуватися для модернізації промислових підприємств, впровадження енергоефективних технологій та покращення якості виробництва. Вони також є важливими для навчання та розвитку навичок, дозволяючи підготувати фахівців до роботи з сучасними технологіями в промисловості. Експериментування з новими моделями управління через моделювання дозволяє аналізувати та тестувати різні підходи до управління, інтегруючи принципи демократичного управління та цифровізації. Важливим застосуванням є також оптимізація логістичних ланцюгів, планування інфраструктури та управління потоками ресурсів та матеріалів за допомогою симуляцій.

Переваги застосування моделювання та симуляції для України включають здатність до ризикового аналізу та мінімізації ризиків, пов'язаних з впровадженням нових технологій. Це дає можливість проводити детальне моделювання та тестування перед реальним використанням, що дозволяє запобігати неефективним витратам та безпековим ризикам. Крім того, ці методи сприяють інноваційному розвитку промисловості, впроваджуючи передові технології та підходи. Важливим аспектом є також підвищення конкуренто-спроможності української промисловості на міжнародному рівні через ефективніше використання ресурсів та впровадження інноваційних рішень. Освітня інтеграція цих методів у навчальні програми відіграє ключову роль у підготовці кваліфікованих фахівців, здатних працювати з новітніми технологіями у промисловості.

Таким чином, моделювання та симуляція являють собою потужні інструменти для планування та оптимізації виробничих процесів у контексті біонічного підходу та цифровізації. Вони не тільки дозволяють тестувати інновації та прогнозувати їх вплив, але й сприяють залученню громадськості до процесу прийняття рішень та розвитку економічної демократії в Україні. Це, у свою чергу, відкриває нові можливості для розвитку та модернізації української промисловості,

роблячи її більш конкурентоспроможною та інноваційною на глобальному ринку.

Екологічний вимір у рамках біонічного підходу до модернізації промислового виробництва охоплює використання біонічних принципів та цифрових технологій для створення екологічно чистих і мінімально шкідливих для довкілля виробничих процесів [21]. Важливими аспектами є біонічний дизайн, ефективне використання ресурсів, мінімізація впливу на довкілля, а також використання цифрових технологій для моніторингу екологічних аспектів виробництва.

У контексті України, екологічний вимір може бути інтегрований у процеси реформування промисловості через застосування енергоефективних технологій та практик, що забезпечують мінімальний шкідливий вплив на довкілля. Це включає активне залучення громадськості у процеси прийняття рішень, що стосуються екологічних аспектів виробництва, підвищуючи рівень екологічної обізнаності та відповідальності.

Застосування біонічних принципів та цифрових технологій у рамках екологічного підходу сприяє зменшенню негативного впливу на довкілля, відкриває можливості для інновацій та розвитку нових технологій. Це може стимулювати економічне зростання, одночасно забезпечуючи підвищення екологічної стійкості. Такий підхід також може поліпшити міжнародний імідж України, привертаючи увагу до країни як активного учасника впровадження зелених технологій.

Застосування цих методів вимагає системного підходу, що включає технологічні інновації, зміни в управлінні, законодавстві, освіті та культурі. Тісна співпраця з профільними громадськими організаціями, науковцями, екологами та технологічними експертами необхідна для розробки ефективних екологічних рішень. Однак, перед Україною стоять виклики, пов'язані з відповідністю глобальним стандартам сталого розвитку, що вимагають значних інвестицій та системних реформ. Крім того, існує потреба в розвитку освітніх програм та зміні культурних норм для підтримки екологічної свідомості та відповідальності серед населення.

Екологічний вимір в контексті біонічного підходу та інтеграції цифрових технологій та демократичного управління у промислове виробництво України відкриває нові перспективи для підвищення екологічної стійкості та стимулювання інноваційного розвитку. Це дозволяє не тільки знижувати техногенний або негативний вплив промисловості на довкілля, але й сприяти створенню нових екологічно чистих та ефективних технологій. Впровадження таких інновацій може не тільки покращити міжнародний імідж України, але й сприяти залученню інвестицій та розвитку економіки.

Для створення комплексної багатокритеріальної функції оптимізації $F(\underline{X})$, враховуючи показники і обмеження, описи кожної складової (сценаріїв відповідних стратегій) можна представити наступним чином:

1. Інноваційність X_{1i} - деякі сценарні напрямки стратегії розробки та впровадження передових науково-технічних рішень, що спрямовані на модернізацію ключових галузей економіки.
2. Міждисциплінарність X_{2i} - деякі сценарні напрямки стратегії створення платформ для обміну знаннями та досвідом між різними галузями, зокрема через співпрацю наукових інститутів та промисловості.
3. Практичне застосування X_{3i} - деякі сценарні напрямки стратегії фокусу на реалізації конкретних проєктів з використанням наукових досягнень, які вирішують актуальні практичні проблеми.
4. Соціальна важливість X_{4i} - деякі сценарні напрямки стратегії розробки рішень, спрямованих на покращення якості життя населення, зменшення соціальної нерівності.
5. Новаторство в управлінні X_{5i} - деякі сценарні напрямки стратегії впровадження інноваційних методів управління в державних і корпоративних структурах для

підвищення ефективності та продуктивності.

6. Екологічна стійкість X_{6i} - деякі сценарні напрямки стратегії зосередження на розвитку та впровадженні технологій, що забезпечують збереження довкілля, підтримку сталого розвитку.

Кожна з цих функцій повинна враховувати специфічні метрики та обмеження, щоб забезпечити збалансоване рішення, яке відповідає всім аспектам задачі. В наших умовах спиратися на об'єктивні показники дуже складно, майже неможливо, але нами запропонований підхід, який ґрунтується на кількості наукових публікації в світових індексованих базах. Для цього використана платформа ScienceDirect, яка є однією з найбільших електронних колекцій наукових публікацій у світі, яка забезпечує доступ до великої кількості наукових статей та книг [22]. Цей ресурс належить та управляється компанією Elsevier, яка є одним з провідних світових видавництв наукової літератури. Для якісної оцінки кожної стратегії проведена оцінка динаміки зростання кількості відповідних публікацій з 2000 по 2023 рік включно за допомогою функцій трендів відповідних кількостей публікацій. Для цього для кожної стратегії побудовані таблиці, які містять описи сценарних напрямків і відповідні функції трендів кількості публікацій в ScienceDirect. Оцінка рейтингів сценарних напрямків кожної з шести стратегій проведена відповідно формулі:

$$X_{ji} = \frac{N_{23}}{\sum_{k=0}^{23} N_k},$$

де: $N_0, N_1, N_2, \dots\ N_{23}$ - кількість публікацій в ScienceDirect за 2000, 2001, 2002, …, 2023 роки відповідно.

Оцінка $F(\underline{X})$ сумарного впливу сценаріїв X_{ji} може бути здійснена на підставі суми їх рейтингів:

$$F(\underline{X}) = \sum_{i=0}^{23} X_{ji},$$

де X_{ji} обираються згідно таблиці 1:

Таблиця 1. Показники рейтингів для сценаріїв стратегічних напрямків

Стратегії	Сценарні напрямки стратегій	Рейтинг
X_{11}	Впровадження новітніх ІТ-технологій, таких як штучний інтелект, великі дані, блокчейн, для оптимізації бізнес-процесів.	0,357
X_{32}	Використання AI для оптимізації бізнес-процесів, підвищення ефективності виробництва та вирішення складних аналітичних завдань.	0,323
X_{53}	Використання даних для прогнозування та планування, що покращує стратегічне прийняття рішень.	0,307
X_{12}	Розробка та впровадження технологій, що сприяють зменшенню вуглецевого сліду та підвищують енергетичну ефективність.	0,272
X_{15}	Розробка рішень для зменшення впливу на довкілля, у тому числі через рециклінг, управління відходами та екологічно чисті технології.	0,269
X_{33}	Проєкти, спрямовані на мінімізацію негативного впливу на довкілля, такі як відновлювані джерела енергії та розумне управління відходами.	0,267
X_{51}	Інтеграція принципів сталого розвитку в стратегії та практики управління.	0,265
X_{31}	Створення інноваційного медичного обладнання та лікарських препаратів, які вирішують актуальні проблеми охорони здоров'я.	0,254
X_{62}	Розробка та впровадження технологій, які мінімізують викиди в атмосферу та зменшують забруднення.	0,247
X_{14}	Впровадження технологій автоматизації та робототехніки для підвищення продуктивності та ефективності виробництва.	0,246
X_{61}	Використання технологій, що сприяють сталому використанню ресурсів у сільському господарстві, зокрема, збереженню води та грунтів.	0,245
X_{44}	Розробка та впровадження інноваційних рішень для забезпечення доступності та якості харчових продуктів.	0,242
X_{42}	Розробка доступних медичних технологій, ліків та поліпшення системи охорони здоров'я для всіх верств населення.	0,241
X_{23}	Створення середовища, яке сприяє стартапам та інноваційним компаніям, забезпечуючи їм доступ до ресурсів та експертизи.	0,238

X_{64}	Розробка систем ефективного управління відходами, включаючи технології для рециклінгу та переробки відходів.	0,230
X_{41}	Проєкти забезпечення доступного та ефективного житла для соціально вразливих груп населення.	0,210
X_{63}	Створення та вдосконалення технологій для виробництва енергії з відновлюваних джерел, таких як сонячна, вітрова енергія.	0,204
X_{54}	Інтеграція цифрових інструментів для оптимізації процесів управління та прийняття рішень.	0,200
X_{13}	Інновації в генетиці, фармацевтиці та медичному обладнанні для поліпшення якості та доступності медичних послуг.	0,197
X_{52}	Впровадження гнучких методологій управління для підвищення адаптивності та швидкості відповіді на зміни.	0,196
X_{43}	Створення цифрових освітніх платформ, які забезпечують рівний доступ до якісної освіти.	0,195
X_{22}	Партнерства між навчальними закладами та промисловими компаніями для розробки нових технологій та рішень.	0,186
X_{21}	Заснування центрів, які об'єднують фахівців з різних галузей для спільних досліджень та інновацій.	0,173
X_{24}	Організація подій, які дозволяють обмін досвідом та знаннями між фахівцями різних галузей.	0,171

Окремі оцінки $F(\underline{X})$ кожної з розглянутих в таблиці 1 шести стратегій відповідають наступним показникам:

$$\sum_{i=0}^{23} X_{1i} = 1{,}341;\ \sum_{i=0}^{23} X_{2i} = 0{,}768;$$
$$\sum_{i=0}^{23} X_{3i} = 0{,}844;\ \sum_{i=0}^{23} X_{4i} = 0{,}888;$$
$$\sum_{i=0}^{23} X_{5i} = 0{,}968;\ \sum_{i=0}^{23} X_{6i} = 0{,}926.$$

Ці показники залежать від кількості врахованих сценаріїв і їх публікаційної активності в рейтингових виданнях.

Використання сценаріїв майбутнього сприяє стратегічному плануванню, оцінці ризиків, стимулюванню інноваційного розвитку та підготовці кадрів, відповідно до майбутніх потреб промисловості.

Ці сценарії майбутнього надають можливості для планування і адаптації до майбутніх викликів. Вони допомагають визначити ключові напрями для розвитку і впровадження інновацій, сприяють оцінці ризиків і можливостей, пов'язаних з різними траєкторіями розвитку, та відкривають нові горизонти для розвитку української промисловості у відповідності до глобальних тенденцій та викликів.

Обговорення

Таким чином, в роботі пропонується інноваційний та міждисциплінарний підхід, об'єднуючи знання з технології, економіки та екології. Цей підхід надає нові перспективи та конкретні рекомендації для урядів і промислових лідерів, сприяючи розвитку більш справедливої та інклюзивної економічної системи та впровадженню інноваційних підходів у управлінні та виробництві. Особлива увага приділяється екологічній стійкості, підкреслюючи можливості для створення більш екологічно сталої промисловості за допомогою біонічних технологій.

Важливість статті для політики та стратегії розвитку полягає в тому, що вона надає політичним лідерам та законодавцям конкретні дані для прийняття обґрунтованих рішень щодо розвитку промисловості, допомагає у стратегічному плануванні, стимулює інновації та має освітній вплив. Стаття також звертає увагу на екологічну стійкість та соціальну відповідальність, мотивуючи до інвестування в інноваційні технології.

Методи збору даних для статті включають кількісні та якісні дослідження, а також сценарний аналіз публікаційної активності науковців саме з відповідних сценарних напрямків реалізації стратегій X_{1i} ... X_{6i}. Потенційні аудиторії охоплюють академічне співтовариство, урядові органи, промислових лідерів, студентів та молодих вчених, стимулюючи інновації та модернізацію в економіці та промисловості. Дана стаття спрямована на те, щоб надати зрозумілу та обґрунтовану основу для подальших досліджень та розвитку. Вона акцентує увагу на важливості інноваційних підходів у

керуванні та виробництві, що можуть стати ключовими факторами для виходу української економіки на новий рівень розвитку.

Завдяки використанню різних методів дослідження, ця стаття створює повну картину сучасного стану промисловості в Україні та можливостей для її подальшого розвитку. Її потенційний внесок у суспільний розвиток полягає в сприянні створенню більш стійкої економічної системи, заохоченні соціальної відповідальності підприємств і стимулюванні інновацій.

Крім того, стаття має практичне застосування, оскільки надає конкретні рекомендації та стратегії, які можуть бути використані урядами та промисловими лідерами для планування та впровадження реформ у сфері промислового виробництва. Всі ці аспекти роблять дану статтю значущою і актуальною для вітчизняних та міжнародних досліджень у галузі економіки та технології.

Висновки

В роботі розглянуто перспективи та можливості, які відкриваються перед Україною з інтеграцією біонічного підходу, цифрових технологій та народовладдя у промислове виробництво. Це підходи, що здатні трансформувати традиційне виробництво, роблячи його більш ефективним і екологічно безпечним. Біонічний підхід, який інтегрує природні принципи в технологічні процеси, відкриває нові можливості для інновацій та ефективного використання ресурсів. Водночас, цифрові технології є важливим каталізатором у реалізації цього підходу, оптимізуючи виробничі процеси та забезпечуючи їх сталість та екологічну чистоту.

З іншого боку, демократичне управління в економіці, особливо в контексті промислового виробництва, відіграє важливу роль у формуванні відкритої, прозорої та справедливої економічної системи. Інтеграція демократичного управління з біонічними рішеннями та цифровими технологіями відкриває шляхи для активного залучення громадян до участі в процесі прийняття рішень, сприяючи таким чином інноваціям. Аналіз кейс-стаді України показує значні перспективи застосування цих підходів у визначенні шляхів розвитку промисловості, надаючи цінні вказівки для майбутнього планування стратегій та політик. Моделювання та симуляція відіграють ключову роль у цьому процесі, дозволяючи ефективно оптимізувати процеси та зменшувати ризики, що сприяє розвитку інноваційної та ефективної промислової бази.

Завдяки євроінтеграційному курсу України, в контексті якого екологічні питання, модернізація виробництва є дуже важливими підходами, Україна має можливість створити нову виробничу систему, яка не лише відповідає сучасним економічним вимогам, але й забезпечує покращення якості життя громадян та зменшення впливу на довкілля. Такий підхід не тільки сприяє сталому розвитку, але й підкреслює соціальну відповідальність та залучення громадян. Екологічний вимір у біонічному підході до промисловості має величезне значення, оскільки він спрямований на створення ефективної та екологічно безпечної виробничої системи, що відповідає як потребам громадян, так і глобальним вимогам сталого розвитку. Таким чином, ця стаття відкриває шлях для подальших досліджень та реалізації ідей у практиці, що є важливим для досягнення сталого розвитку та прогресу в українській економіці.

Завершуючи, можна стверджувати, що інтеграція біонічного підходу з цифровими технологіями та принципами демократичного управління відкриває нові горизонти для української промисловості. Ці новаторські підходи не лише сприяють економічному зростанню, але й забезпечують сталий розвиток, покращуючи екологічний стан та якість життя в Україні. Така інтеграція є ключовим елементом у формуванні більш стійкого, інноваційного та справедливого майбутнього для країни, відкриваючи нові можливості для економічного та соціального розвитку.

Література

1.Holland C., McCarthy A., Ferri P. та ін. Innovation intermediaries at the convergence of digital technologies, sustainability, and governance: A case study of AI-enabled engineering biology // Technovation. – 2024. – Т. 129. – С. 102875. – Режим доступу (дата звернення: 10.12.2023): https://doi.org/10.1016/j.technovation.2023.102875

2.Kralisch D., Ott D., Lapkin A. A. та ін. The need for innovation management and decision guidance in sustainable process design // Journal of Cleaner Production. – 2018. – Т. 172. – С. 2374-2388. – Режим доступу (дата звернення: 10.12.2023): https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.173

3.Резнікова О. О. Національна стійкість в умовах мінливого безпекового середовища: монографія. – Київ: НІСД, 2022. – 532 с. – Режим доступу (дата звернення: 10.12.2023): https://doi.org/10.53679/NISS-book.2022.01

4.Пурій Р. П., Флейчук М. І. Біонічний підхід до управління економікою, або Біонічна модель нового суспільного ладу. – Львів: СПОЛОМ, 2021. – 68 с.

5.Van Houten F., Wertheim R., Ayali A. та ін. Reprint of: Bio-based design methodologies for products, processes, machine tools and production systems // CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology. – 2021. – Т. 34. – С. 22-36. – Режим доступу (дата звернення: 10.12.2023): https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2021.06.009

6.Theumer P., Sultani D., Reinhart G. та ін. Identification of a novel architecture for production planning and control in consideration of biomimetic algorithms // Procedia CIRP. – 2021. – Т. 99. – С. 674-679. – Режим доступу (дата звернення: 10.12.2023): https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.03.090

7.ElMaraghy, H., Monostori, L., Schuh, G. та ін. Evolution and future of manufacturing systems // CIRP Annals. – 2021. – Т. 70, № 2. – С. 635-658. – Режим доступу (дата звернення: 10.12.2023): https://doi.org/10.1016/j.cirp.2021.05.008

8.Gerbaud, V. PSE prospective: Paradigm transition towards Complex Thought in a global world under pressure // Computers & Chemical Engineering. – 2023. – Т. 175. – С. 108274. – Режим доступу (дата звернення: 10.12.2023): https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2023.108274

9.Byrne, G., Dimitrov, D., Monostori, L. та ін. Biologicalisation: Biological transformation in manufacturing // CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology. – 2018. – Т. 21. – С. 1-32. – Режим доступу (дата звернення: 10.12.2023): https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2018.03.003

10.Makris, S., Dietrich, F., Kellens, K. та ін. Automated assembly of non-rigid objects // CIRP Annals. – 2023. – Т. 72, № 2. – С. 513-539. – Режим доступу (дата звернення: 10.12.2023): https://doi.org/10.1016/j.cirp.2023.05.003

11.Heymann, F., Quest, H., Lopez Garcia, T. та ін. Reviewing 40 years of artificial intelligence applied to power systems – A taxonomic perspective // Energy and AI. – 2024. – Т. 15. – С. 100322. – Режим доступу (дата звернення: 10.12.2023): https://doi.org/10.1016/j.egyai.2023.100322

12.Dwivedi, Y. K., Kshetri, N., Hughes, L. та ін. Opinion Paper: "So what if ChatGPT wrote it?" Multidisciplinary perspectives on opportunities, challenges and implications of generative conversational AI for research, practice and policy // International Journal of Information Management. – 2023. – Т. 71. – С. 102642. – Режим доступу (дата звернення: 10.12.2023): https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2023.102642

13.Dwivedi, Y. K., Hughes, L., Baabdullah, A. M. та ін. Metaverse beyond the hype: Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy // International Journal of Information Management. – 2022. – Т. 66. – С. 102542. – Режим доступу (дата звернення: 10.12.2023): https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2022.102542

14.Baratta, A., Cimino, A., Longo, F. та ін. Digital twin for human-robot collaboration enhancement in manufacturing systems: Literature review and direction for future developments // Computers & Industrial Engineering. – 2024. – Т. 187. – С. 109764. – Режим доступу (дата звернення: 10.12.2023): https://doi.org/10.1016/j.cie.2023.109764

15.Wang, B., Hu, S. J., Sun, L. та ін. Intelligent welding system technologies: State-of-the-art review and perspectives // Journal of Manufacturing Systems. – 2020. – Т. 56. – С. 373-391. – Режим доступу (дата звернення: 10.12.2023): https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2020.06.020

16.Jesse, N. "Cut out the middleman" – Automating Business Processes with Blockchains and Smart Contracts // IFAC-PapersOnLine. – 2022. – Т. 55, № 39. – С. 352-357. – Режим доступу (дата звернення: 10.12.2023): https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.12.079

17.Rainatto, G. M., Lopes de Sousa Jabbour, A. B., Machado, M. C. та ін. How can companies better engage consumers in the transition towards circularity? Case studies on the role of the marketing mix and nudges // Journal of Cleaner Production. – 2024. – Т. 434. – С. 139779. – Режим доступу (дата звернення: 10.12.2023): https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.139779

18.Armenia, S., Franco, E., Iandolo, F. та ін. Zooming in and out the landscape: Artificial intelligence and system dynamics in business and management // Technological Forecasting and Social Change. – 2024. – Т. 200. – С. 123131. – Режим доступу (дата звернення: 10.12.2023): https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.123131

19.Moencks, M., Roth, E., Bohné, T. та ін. Augmented Workforce Canvas: a management tool for guiding human-centric, value-driven human-technology integration in industry // Computers & Industrial Engineering. – 2022. – Т. 163. – С. 107803. –
Режим доступу (дата звернення: 10.12.2023):
https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107803

20.Дорожня карта використання науки, технологій, інновацій для досягнення цілей сталого розвитку (протокол від 22.12.2023 № 3 колегії Міністерства освіти і науки України) –
Режим доступу (дата звернення: 10.12.2023):
https://mon.gov.ua/storage/app/media/news/2024/01/03/Dorozhnya.karta.vykoryst.nauky.tekhnolohiy.ta.innovatsiy-03.01.2024-1.1.pdf

21.Betz, U. A. K., Arora, L., Assal, R. A. та ін. Game changers in science and technology - now and beyond // Technological Forecasting and Social Change. – 2023. – Т. 193. – С. 122588. –
Режим доступу (дата звернення: 10.12.2023):
https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122588.20.

22.Science Direct.
Режим доступу (дата звернення: 10.12.2023):
https://www.sciencedirect.com/.

References

1.Holland C., McCarthy A., Ferri P., et al. Innovation intermediaries at the convergence of digital technologies, sustainability, and governance: A case study of AI-enabled engineering biology // Technovation. – 2024. – Vol. 129. – P. 102875. –
Available at (accessed: 10.12.2023):
https://doi.org/10.1016/j.technovation.2023.102875

2.Kralisch D., Ott D., Lapkin A. A., et al. The need for innovation management and decision guidance in sustainable process design // Journal of Cleaner Production. – 2018. – Vol. 172. – Pp. 2374-2388. –
Available at (accessed: 10.12.2023):
https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.173

3.Reznikova O. O. National resilience in the changing security environment: monograph. – Kyiv: NISD, 2022. – 532 p. –
Available at (accessed: 10.12.2023):
https://doi.org/10.53679/NISS-book.2022.01

4.Puriy R. P., Fleychuk M. I. Bionic approach to economic management, or Bionic model of a new social order. – Lviv: SPOLM, 2021. – 68 p.

5.Van Houten F., Wertheim R., Ayali A., et al. Reprint of: Bio-based design methodologies for products, processes, machine tools and production systems // CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology. – 2021. – Vol. 34. – P. 22-36. –
Available at (accessed: 10.12.2023):
https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2021.06.009

6.Theumer P., Sultani D., Reinhart G., et al. Identification of a novel architecture for production planning and control in consideration of biomimetic algorithms // Procedia CIRP. – 2021. – Vol. 99. – Pp. 674-679. –
Available at (accessed: 10.12.2023):
https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.03.090

7.ElMaraghy, H., Monostori, L., Schuh, G., et al. Evolution and future of manufacturing systems // CIRP Annals. – 2021. – Vol. 70, No. 2. – Pp. 635-658. –
Available at (accessed: 10.12.2023):
https://doi.org/10.1016/j.cirp.2021.05.008

8.Gerbaud, V. PSE prospective: Paradigm transition towards Complex Thought in a global world under pressure // Computers & Chemical Engineering. – 2023. – Vol. 175. – P. 108274. –
Available at (accessed: 10.12.2023):
https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2023.108274

9.Byrne, G., Dimitrov, D., Monostori, L., et al. Biologicalisation: Biological transformation in manufacturing // CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology. – 2018. – Vol. 21. – P. 1-32. –
Available at (accessed: 10.12.2023):
https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2018.03.003

10.Makris, S., Dietrich, F., Kellens, K., et al. Automated assembly of non-rigid objects // CIRP Annals. – 2023. – Vol. 72, No. 2. – Pp. 513-539. –
Available at (accessed: 10.12.2023):
https://doi.org/10.1016/j.cirp.2023.05.003

11.Heymann, F., Quest, H., Lopez Garcia, T., et al. Reviewing 40 years of artificial intelligence applied to power systems – A taxonomic perspective // Energy and AI. – 2024. – Vol. 15. – P. 100322. –
Available at (accessed: 10.12.2023):
https://doi.org/10.1016/j.egyai.2023.100322

12.Dwivedi, Y. K., Kshetri, N., Hughes, L., et al. Opinion Paper: “So what if ChatGPT wrote it?” Multidisciplinary perspectives on opportunities, challenges and implications of generative conversational AI for research, practice and policy // International Journal of Information Management. – 2023. – Vol. 71. – P. 102642. –
Available at (accessed: 10.12.2023):
https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2023.102642

13.Dwivedi, Y. K., Hughes, L., Baabdullah, A. M., et al. Metaverse beyond the hype: Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy // International Journal of Information Management. – 2022. – Vol. 66. – P. 102542. –
Available at (accessed: 10.12.2023):
https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2022.102542

14.Baratta, A., Cimino, A., Longo, F., et al. Digital twin for human-robot collaboration enhancement in manufacturing systems: Literature review and direction for future developments // Computers & Industrial Engineering. – 2024. – Vol. 187. – P. 109764. –
Available at (accessed: 10.12.2023):
https://doi.org/10.1016/j.cie.2023.109764

15.Wang, B., Hu, S. J., Sun, L., et al. Intelligent welding system technologies: State-of-the-art review

and perspectives // Journal of Manufacturing Systems. – 2020. – Vol. 56. – Pp. 373-391. –
Available at (accessed: 10.12.2023):
https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2020.06.020

16.Jesse, N. “Cut out the middleman” – Automating Business Processes with Blockchains and Smart Contracts // IFAC-PapersOnLine. – 2022. – Vol. 55, No. 39. – Pp. 352-357. –
Available at (accessed: 10.12.2023):
https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.12.079

17.Rainatto, G. M., Lopes de Sousa Jabbour, A. B., Machado, M. C., et al. How can companies better engage consumers in the transition towards circularity? Case studies on the role of the marketing mix and nudges // Journal of Cleaner Production. – 2024. – Vol. 434. – P. 139779. –
Available at (accessed: 10.12.2023):
https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.139779

18.Armenia, S., Franco, E., Iandolo, F., et al. Zooming in and out the landscape: Artificial intelligence and system dynamics in business and management // Technological Forecasting and Social Change. – 2024. – Vol. 200. – P. 123131. –
Available at (accessed: 10.12.2023):
https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.123131

19.Moencks, M., Roth, E., Bohné, T., et al. Augmented Workforce Canvas: a management tool for guiding human-centric, value-driven human-technology integration in industry // Computers & Industrial Engineering. – 2022. – Vol. 163. – P. 107803. –
Available at (accessed: 10.12.2023):
https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107803

20.Roadmap for the use of science, technology, innovations for achieving sustainable development goals (protocol from 22.12.2023 № 3 collegium of the Ministry of Education and Science of Ukraine) –
Available at (accessed: 10.12.2023):
https://mon.gov.ua/storage/app/media/news/2024/01/03/Dorozhnya.karta.vykoryst.nauky.tekhnolohiy.ta.innovatsiy-03.01.2024-1.1.pdf

21.Betz, U. A. K., Arora, L., Assal, R. A., et al. Game changers in science and technology - now and beyond // Technological Forecasting and Social Change. – 2023. – Vol. 193. – P. 122588. –
Available at (accessed: 10.12.2023):
https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122588

22.Science Direct.
Available at (accessed: 10.12.2023):
https://www.sciencedirect.com/.

The article has been sent to the editors 08.02.24.
After processing 02.03.24.
Submitted for printing 20.03.24